



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 45 021 A 1

51 Int. Cl.7:  
B 60 T 13/12  
B 60 T 13/66  
B 60 T 11/16

21 Aktenzeichen: 100 45 021.0  
22 Anmeldetag: 12. 9. 2000  
43 Offenlegungstag: 4. 4. 2002

DE 100 45 021 A 1

71 Anmelder:  
Lucas Varity GmbH, 56070 Koblenz, DE  
74 Vertreter:  
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
Rechtsanwälte, 81541 München

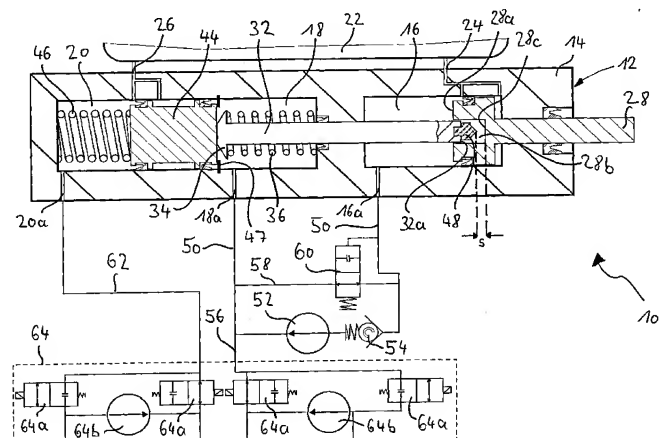
72 Erfinder:  
Dieringer, Werner, 56179 Vallendar, DE  
56 Entgegenhaltungen:  
DE 197 22 687 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hauptzylinder für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage

57 Es wird ein Hauptzylinder (12) für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage beschrieben. Der Hauptzylinder (12) besitzt ein Gehäuse (14), welches eine Füllkammer (16) und eine Primärdruckkammer (18) begrenzt, einen verschieblich innerhalb der Füllkammer (16) angeordneten Füllkolben (28), einen verschieblich innerhalb der Primärdruckkammer (18) angeordneten Primärkolben (32) und eine Pumpe, die in einer mit dem Füllkolben (28) verbundenen Leitung (50) angeordnet ist. Zwischen dem Füllkolben (28) und dem Primärkolben (32) ist zum Zweck einer Kraftübertragung mindestens ein elastisches Übertragungsglied (48) angeordnet, welches den betätigungskraftabhängigen Verlauf der Bremsdruckennlinie beeinflusst.



DE 100 45 021 A 1

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Hauptzylinder für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage, mit einem Gehäuse, das eine Füllkammer und eine Primärdruckkammer begrenzt, einem verschieblich innerhalb der Füllkammer angeordneten Füllkolben, einem verschieblich innerhalb der Primärdruckkammer angeordneten Primärkolben sowie einer Pumpe, die in einer mit der Füllkammer verbundenen Leitung angeordnet ist.

**[0002]** Ein solcher Hauptzylinder ist aus der DE 196 20 228 A1 bekannt. Der dort beschriebene Hauptzylinder ist zur Verwendung mit einem vorgeschalteten Bremskraftverstärker bestimmt, der fahrerunabhängig betätigbar ist, um einen Betrieb der Fahrzeugbremsanlage auch ohne die Fußkraft des Fahrers zu ermöglichen. Nur so lassen sich Funktionen, wie beispielsweise eine Antriebsschlupfregelung oder eine Fahrdynamikregelung realisieren, bei denen einzelne Fahrzeugräder ohne eine Bremsbetätigung des Fahrers abgebremst werden müssen.

**[0003]** In neuerer Zeit gibt es Bestrebungen, die vom Fahrer ausgeübte Betätigungskraft auf andere Weise als durch Bremskraftverstärker zu verstärken. Zur Verwendung ohne einen vorgeschalteten Bremskraftverstärker ist der Hauptzylinder gemäß der DE 196 20 228 A1 jedoch nicht vorgesehen und auch nicht geeignet.

**[0004]** Eine Fahrzeugbremsanlage, die einen Hauptzylinder umfaßt und ohne einen herkömmlichen Bremskraftverstärker auskommt, ist in der nicht vorveröffentlichten DE 199 32 670 beschrieben. Dort besitzt der Hauptzylinder ein Gehäuse, in welchem eine Füllkammer und eine davon getrennte Primärdruckkammer begrenzt sind. Zwischen der Füllkammer und Primärdruckkammer existiert eine Fluidverbindung. Ein innerhalb der Füllkammer verschieblich geführter Füllkolben wirkt auf ein Hydraulikfluid in der Füllkammer ein. Mittels des Füllkolbens kann das Hydraulikfluid aus der Füllkammer durch die Fluidverbindung in die Primärdruckkammer sowie einen daran angeschlossenen Bremskreis verdrängt werden. Ein innerhalb der Primärdruckkammer verschieblich angeordneter Primärkolben wirkt auf ein Hydraulikfluid in der Primärdruckkammer ein. Mittels des Primärkolbens kann das Hydraulikfluid aus der Primärkammer ebenfalls in den Bremskreis verdrängt werden.

**[0005]** In der Fluidverbindung zwischen der Primärdruckkammer und der Füllkammer ist eine Pumpe angeordnet, welche das aus der Füllkammer verdrängte Hydraulikfluid unter Druckerhöhung dem Bremskreis und der Primärdruckkammer zuführt. Wird im Laufe eines Bremsvorgangs die vom Fahrer aufgebrachte Betätigungskraft erhöht, verschiebt sich der Füllkolben in Richtung auf den Primärkolben und gelangt schließlich in Anlage an den Primärkolben. Ab diesem Zeitpunkt sind der Füllkolben und der Primärkolben miteinander gekoppelt, so daß der vom Fahrer aufgebrachten Betätigungskraft nunmehr aufgrund des höheren Drucks in der Primärdruckkammer eine zusätzliche Rückwirkkraftkomponente entgegenwirkt.

**[0006]** Zum Zeitpunkt des Koppelns des Füllkolbens mit dem Primärkolben ändert sich demzufolge die Betätigungskraftabhängigkeit der Bremsdruckkennlinie. Während zu Beginn des Bremsvorgangs bei geringer Betätigungskraft der Bremsdruck vergleichsweise schnell ansteigt, folgt der Bremsdruck nach dem Koppeln des Füllkolbens mit dem Primärkolben einer deutlichen flacheren Kennlinie. Diese Änderung der Bremsdruckcharakteristik setzt abrupt ein und wirkt in Form eines stoßartigen Kraftimpulses auf den Füllkolben zurück, was vom Fahrer als unangenehm empfunden wird.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hauptzylinder der genannten Art zur Verfügung zu stellen, der ein verbessertes Betätigungsverhalten aufweist.

**[0008]** Diese Aufgabe ist ausgehend von einem Hauptzylinder der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen dem Füllkolben und dem Primärkolben mindestens ein elastisches Übertragungsglied angeordnet ist.

**[0009]** Das elastische Übertragungsglied, welches in die Kraftübertragungskette zwischen Füllkolben und Primärkolben eingebracht oder einbringbar ist, gestattet eine kraftübertragende Kopplung von Füllkolben und Primärkolben. Vom Primärkolben auf den Füllkolben übertragene Rückwirkkräfte werden aufgrund der Elastizität des Übertragungsgliedes langsam ansteigend übertragen. Die Bremsdruckkennlinie ändert sich somit zum Zeitpunkt des Koppelns von Füllkolben und Primärkolben nicht mehr abrupt, sondern fließend. Weiterhin lassen sich dank des elastischen Übertragungsgliedes Kontaktgeräusche, welche auf das Koppeln von Füllkolben und Primärkolben zurückzuführen sind, vermeiden. Aufgrund der dämpfenden Eigenschaften des elastischen Übertragungsgliedes kann die Stärke von pulsierenden Rückwirkkräften, welche mit dem Betrieb der Pumpe verbunden sein können, deutlich verringert werden.

**[0010]** Vorzugsweise ist zwischen dem Füllkolben und Primärkolben neben dem elastischen Übertragungsglied zusätzlich ein Leerweg vorhanden. Das Vorsehen eines Leerweges bewirkt, daß erst nach Überkommen des Leerweges ein Wirkkontakt zwischen dem Füllkolben und Primärkolben mittels des elastischen Übertragungsglieds hergestellt wird. Der Leerweg gewährleistet, daß die einer Betätigung des Füllkolbens entgegenwirkenden Rückwirkkräfte zu Beginn eines Bremsvorganges gering bleiben.

**[0011]** Das Übertragungsglied kann unmittelbar auf der dem Primärkolben zugewandten Stirnseite des Füllkolbens oder auf der dem Füllkolben zugewandten Stirnseite des Primärkolbens angeordnet sein. Auch das Vorsehen jeweils eines Übertragungsgliedes auf der Stirnseite des Primärkolbens und der Stirnseite des Füllkolbens ist möglich.

**[0012]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in der dem Primärkolben zugewandten Stirnseite des Füllkolbens oder in der dem Füllkolben zugewandten Stirnseite des Primärkolbens eine sich in axialer Richtung erstreckende Öffnung angeordnet. Jeweils eine sich in axialer Richtung erstreckende Öffnung kann auch sowohl in der Stirnseite des Füllkolbens als auch in der Stirnseite des Primärkolbens angeordnet sein. Zweckmäßigerweise ist innerhalb mindestens einer stirnseitigen Öffnung das Übertragungsglied angeordnet.

**[0013]** Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung befindet sich das Übertragungsglied vollständig innerhalb der Öffnung und ist beispielsweise im Grund der Öffnung angeordnet. Gemäß einer zweiten Ausführungsform ragt das Übertragungsglied teilweise aus der stirnseitigen Öffnung hervor. Das elastische Übertragungsglied kann in diesem Fall nach Überschreiten einer definierten Übertragungskraft z. B. derart verformt werden, daß es vollständig in der Öffnung aufgenommen ist, so daß ein unmittelbarer, starrer Kontakt zwischen Füllkolben und Primärkolben möglich wird.

**[0014]** Wenn eine Öffnung in der dem Primärkolben zugewandten Stirnseite des Füllkolbens vorgesehen wird, kann ein dem Füllkolben zugewandter Abschnitt des Primärkolbens in dieser stirnseitigen Öffnung des Füllkolbens geführt sein. Vorzugsweise ragt der Primärkolben bereits in der Ruhestellung des Hauptzylinders in die stirnseitige Öffnung des Füllkolbens.

**[0015]** Für die konkrete Ausgestaltung des mindestens ei-

nen Übertragungsgliedes stehen eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung. So kann das Übertragungsglied ein erstes Übertragungselement aus einem elastischen Material, beispielsweise einem Elastomer, umfassen. Das erste Übertragungselement ist vorteilhafterweise im wesentlichen zylindrisch oder scheibenförmig ausgestaltet und weist eine dem Füllkolben zugewandte erste Oberfläche und eine gegenüberliegende, dem Primärkolben zugewandte zweite Oberfläche auf. Mindestens eine der beiden Oberflächen des ersten, elastischen Übertragungselements kann dreidimensional strukturiert sein, um eine definierte Verformung und damit einen definierten Verlauf der Kraftübertragungskennlinie zwischen Füllkolben und Primärkolben realisieren zu können. Im Sinne der Erfindung ist eine Oberfläche dann dreidimensional strukturiert, wenn sie nicht vollständig in einer senkrecht zur Erstreckung des Hauptzylinders verlaufenden Ebene liegt.

**[0016]** Um einen flachen Anstieg der Kraftübertragungskennlinie zu gewährleisten, weist beispielsweise eine der Oberflächen des ersten, elastischen Übertragungselements eine sich in axialer Richtung erstreckende Kegelstruktur auf, so daß sich beim in Anlage gelangen von Füllkolben oder Primärkolben mit dem elastischen Übertragungselement zunächst die Kegelspitze verformt.

**[0017]** Auch die dem ersten Übertragungselement zugewandte Stirnseite des Füllkolbens, des Primärkolbens oder sowohl des Füllkolbens als auch des Primärkolbens kann dreidimensional strukturiert sein. Eine derartige Ausgestaltung ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn das erste Übertragungselement senkrecht zur axialen Erstreckung des Hauptzylinders verlaufende Oberflächen aufweist, um auch in diesem Fall einen definierten Verlauf der Betätigungskraft in Abhängigkeit vom Betätigungsweg, d. h. von dem vom Füllkolben zurückgelegten Weg zu erzielen.

**[0018]** Das elastische Übertragungsglied kann erfindungsgemäß auch einen mehrteiligen Aufbau aufweisen. So ist es denkbar, daß das Übertragungsglied zum Beispiel zusätzlich zum ersten, elastischen Übertragungselement ein zweites Übertragungselement aus einem starren Material aufweist. Das zweite, starre Übertragungselement kann auf einer dem ersten, elastischen Übertragungselement zugewandten Oberfläche dreidimensional strukturiert sein. Vorteilhafterweise ist das zweite, starre Übertragungselement im wesentlichen zylindrisch oder scheibenförmig ausgebildet und wie das erste, elastische Übertragungselement innerhalb einer stirnseitigen Öffnung des Füllkolbens oder des Primärkolbens geführt oder aufgenommen.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführung des Übertragungsglieds besitzt dieses anstatt eines oder zusätzlich zu einem Übertragungselement aus einem elastischen Material ein Federelement. Das Federelement ist beispielsweise als Schraubenfeder ausgeführt und kann innerhalb einer stirnseitigen Öffnung des Füllkolbens oder des Primärkolbens angeordnet sein. Vorzugsweise ist das Federelement in vorgespanntem Zustand im Hauptzylinder angeordnet.

**[0020]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt das Übertragungsglied zusätzlich zu dem Federelement ein mit diesem Federelement zusammenwirkendes, starres Kontaktelement. Das Kontaktelement ist vorteilhafterweise derart ausgestaltet, daß es sich über das Federelement am Füllkolben oder Primärkolben abstützt und vom Federelement in Richtung auf den Primärkolben oder Füllkolben vorgespannt ist. Dabei kann das Kontaktelement in einer stirnseitigen Öffnung des Füllkolbens oder des Primärkolbens verschieblich geführt sein. Sowohl für das Kontaktelement als auch für das Federelement lassen sich Standardbauelement einsetzen, welche insbesondere auch bei extremen Temperaturen und Temperaturschwan-

kungen die Betriebssicherheit des erfindungsgemäßen Hauptzylinders gewährleisten.

**[0021]** Mehrere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Hauptzylinders werden im folgenden anhand der beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

**[0022]** Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders sowie die Anordnung des Hauptzylinders innerhalb einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage;

**[0023]** Fig. 2 die Abhängigkeit des Bremsdrucks von der Betätigungskraft bei einem Hauptzylinder des Standes der Technik und bei erfindungsgemäßen Hauptzylindern;

**[0024]** Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders;

**[0025]** Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders;

**[0026]** Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders;

**[0027]** Fig. 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptbremszylinder;

**[0028]** Fig. 7 ein sechstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders; und

**[0029]** Fig. 8 ein siebtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinder.

**[0030]** In Fig. 1 ist eine Hauptzylinderanordnung 10 mit einem Hauptzylinder 12 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Der Hauptzylinder 12 ist in Fig. 1 schematisch und im Längsschnitt abgebildet.

**[0031]** Von einem Gehäuse 14 des Hauptzylinders 12 sind eine Füllkammer 16 mit einem Auslaß 16a, eine von der Füllkammer 16 getrennte Primärdruckkammer 18 mit einem Auslaß 18a sowie eine Sekundärdruckkammer 20 mit einem Auslaß 20a begrenzt. Im betriebsfähigen Zustand des Hauptzylinders 12 sind die Füllkammer 16, die Primärdruckkammer 18 und die Sekundärdruckkammer 20 vollständig mit einem Hydraulikfluid gefüllt. Das Hydraulikfluid gelangt aus einem nur zum Teil dargestellten Vorratsbehälter 22 durch im Hauptzylindergehäuse 14 ausgebildete Durchtrittsöffnungen 24, 26 und sich daran anschließende Leitungen in die genannten Kammern 16, 18 und 20.

**[0032]** In der Füllkammer 16 ist ein Füllkolben 28 abdichtend und verschiebbar geführt. Der Füllkolben 28 besitzt ein stabförmiges Ende, welches auf dem der Primärdruckkammer 18 abgewandten Ende des Gehäuses 14 aus diesem herausragt. Das stabförmige Ende des Füllkolbens 28 steht, wenn der Hauptzylinder 12 in ein Kraftfahrzeug eingebaut ist, in Verbindung mit einem in Fig. 1 nicht dargestellten Betätigungsglied, üblicherweise einem Bremspedal. In der Füllkammer 16 kann eine in Fig. 1 nicht dargestellte Druckfeder angeordnet sein, welche den Füllkolben 28 entgegen seiner Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 1 nach rechts, vorgespannt.

**[0033]** Ein im Gehäuse 14 des Hauptzylinders 12 abdichtend und verschiebbar geführter Primärkolben 32 ragt mit seinem der Füllkammer 16 zugewandten Ende in die Füllkammer 16 und mit seinem gegenüberliegenden Ende in die Primärdruckkammer 18. An seinem in der Primärdruckkammer 18 angeordneten Ende weist der Primärkolben 32 einen Ringbund 34 auf. Eine Druckfeder 36 stützt sich mit ihrem einen Ende am Gehäuse 14 und mit ihrem gegenüberliegenden Ende am Ringbund 34 des Primärkolbens 32 ab. Von der Druckfeder 36 wird der Primärkolben 32 gegen einen Sekundärkolben 44 vorgespannt. Der Sekundärkolben 44 ist abdichtend und verschiebbar innerhalb des Gehäuses 14 zwischen der Primärdruckkammer 18 und der Sekundärdruckkammer 20 geführt. Die Ausgangsstellung des Sekundärkolbens 44 ist durch eine Druckfeder 46, welche sich am

Gehäuse 14 abstützt und den Sekundärkolben 44 entgegen der Betätigungsrichtung des Hauptzylinders 12 gegen einen Anschlag 47 im Gehäuse 14 vorspannt, festgelegt.

[0034] Eine dem Primärkolben 32 zugewandte Stirnseite 28a des Füllkolbens 28 ist mit einer sich in axialer Richtung erstreckenden, zylindrischen Öffnung 28b versehen. In der Ausgangsstellung des Hauptzylinders 12 ragt das dem Füllkolben 28 zugewandte Ende des Primärkolbens 32 in diese Öffnung 28b und ist in dieser Öffnung 28b geführt. Auf einer dem Füllkolben 28 zugewandten Stirnseite 32a des Primärkolbens 32 ist ein elastisches Übertragungsglied 48 aus einem Elastomermaterial (z. B. Gummi) befestigt. Eine dem Füllkolben 28 zugewandte Oberfläche 48a des Übertragungsglieds 48 ist in Gestalt eines sich in Richtung auf den Füllkolben 28 erstreckenden Kegels dreidimensional strukturiert.

[0035] In der Ausgangsstellung des Hauptzylinders 12 ist zwischen einem Grund 28c der Öffnung 28b des Füllkolbens 28 und der dem Füllkolben 28 zugewandten Kegelspitze des Übertragungsglieds 48 ein Leerweg s vorhanden. Dieser Leerweg s muß vom Füllkolben 28 überwunden werden, bevor der Füllkolben 28 mit dem Übertragungsglied 48 und über das Übertragungsglied 48 mit dem Primärkolben 32 zusammenwirkt.

[0036] Vom Auslaß 16a der Füllkammer 16 zum Auslaß 18a der Primärdruckkammer 18 erstreckt sich eine Fluidleitung 50, in welcher eine Pumpe 52 angeordnet ist. Die Funktion der Pumpe 52 wird später näher erläutert.

[0037] Unmittelbar vor einem füllkammerseitigen Einlaß der Pumpe 52 ist ein Vordruckventil 54 angeordnet. Das Vordruckventil 54 öffnet erst ab einem vorher festgelegten Druck und verhindert somit, daß die Pumpe 52 vor Erreichen dieses Druckes Hydraulikfluid ansaugt. Vor einem primärdruckkammerseitigen Auslaß der Pumpe 52 ist die Fluidleitung 50 Teil eines ersten Bremskreises 56, welcher sowohl von der Pumpe 52 als auch von der Primärdruckkammer 18 unter Druck gesetzt werden kann.

[0038] Parallel zur Pumpe 52 und zum Vordruckventil 54 ist eine Verbindungsleitung 58 in der Fluidleitung 50 angeordnet. Ein in der Verbindungsleitung 58 angeordnetes Umschaltventil 60 erlaubt ein Öffnen und Sperren der Verbindungsleitung 58. Ein Öffnen der Verbindungsleitung 58 ist vor allem dann erforderlich, wenn die vom Fahrer eingebrachte Betätigungskraft reduziert wird, um ein zuvor aus der Füllkammer 16 verdrängtes Fluidvolumen aus dem Bremskreis 56 in die Füllkammer 16 zurückzuführen. Zum Umschalten des Umschaltventils 60 ist ein bestimmter Druck innerhalb der Füllkammer 16 erforderlich. Der Aufbau dieses Drucks wird durch die Verwendung des Vordruckventils 54 sichergestellt, so daß erst dann der Pumpe 52 ein Fluidvolumen zugeführt werden kann, wenn der Druck größer als ein einstellbarer Druck am Vordruckventil 54 ist. Das Vordruckventil 54 wird dabei derart eingestellt, daß vor dem Öffnen des Vordruckventils 54 das Umschaltventil 60 in eine Sperrstellung umgeschaltet wird.

[0039] Der Auslaß 20a der Sekundärkammer 20 steht in Fluidverbindung mit einem zweiten Bremskreis 62. Sowohl der erste Bremskreis 56 als auch der zweite Bremskreis 62 sind über eine aus dem Stand der Technik bekannte Radbremsregelanlage (ABS) 64 mit in Fig. 1 nicht dargestellten Radbremsen verbunden. Die Radbremsregelanlage 64 umfaßt eine Mehrzahl von Umschaltventilen 64a und Pumpen 64b.

[0040] Die Funktion der in Fig. 1 dargestellten Hauptzylinderanordnung 10 ist wie folgt: Wird vom Fahrer eine Betätigungskraft in den Füllkolben 28 eingeleitet, so verschiebt sich dieser in Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 1 nach links, und verdrängt dabei Hydraulikfluid aus der Füll-

kammer 16 durch den Auslaß 16a in die Fluidleitung 50 in Richtung zum Einlaß der Pumpe 52. Der sich dabei aufbauende Druck führt zum Schließen des Umschaltventils 60 und reicht dazu aus, das Vordruckventil 54 zu öffnen, so daß das aus der Füllkammer 16 verdrängte Hydraulikfluid der Pumpe 52 zufließt, die spätestens mit Beginn des Verschiebens des Füllkolbens 28 ihren Betrieb aufnimmt. Die Pumpe 52 drückt das ihr zugeführte Hydraulikfluid unter Druckerhöhung in den auslaßseitigen Teil der Fluidleitung 50 und damit sowohl in die Primärdruckkammer 18 als auch den ersten Bremskreis 56. Der in der Primärdruckkammer 18 und im ersten Bremskreis 56 herrschende Druck wirkt auch auf den Sekundärkolben 44 und wird deshalb verzögerungsfrei auf die Sekundärdruckkammer 20 und den daran angeschlossenen zweiten Bremskreis 62 übertragen.

[0041] Sobald der Füllkolben 28 den Leerweg s überwunden hat, gelangt der Grund 28c der Öffnung 28b des Füllkolbens 28 in Anlage an das elastische Übertragungsglied 48. Ein weiteres Verschieben des Füllkolbens 28 in Betätigungsrichtung führt zu einer elastischen Verformung des Übertragungsglieds 48. Mit zunehmendem Verformungsgrad steigen die vom Füllkolben 28 in den Primärkolben 32 eingeleiteten Kräfte an. Gleichzeitig nähert sich die Art der Kraftübertragung zwischen Füllkolben 28 und Primärkolben 32 einer starren Kopplung des Füllkolbens 28 mit dem Primärkolben 32.

[0042] Da es sich bei der Pumpe 52 gemäß Fig. 1 um eine Kolbenpumpe handelt, entstehen im ersten Bremskreis 56 Druckpulsationen, welche auf den Primärkolben 32 einwirken und von diesem auf den Füllkolben 28 übertragen werden. Durch die permanente Zwischenschaltung des elastischen Übertragungsglieds 48 in dieser Kraftübertragungskette können diese Druckpulsationen erheblich gedämpft werden.

[0043] Vor dem Koppeln des Füllkolbens 28 mit dem Primärkolben 32 wirkt einer Verschiebung des Füllkolbens 28 in Betätigungsrichtung nur der relativ geringe Rückwirkdruck in der Füllkammer 16 entgegen, so daß der Fahrer mit einer geringen Betätigungskraft eine nahezu ausschließlich durch die Pumpe 52 erzeugte, relativ große Bremskraft hervorruft. Die Bremskraftkennlinie steigt steil an.

[0044] Nach Überwinden des Leerwegs s nehmen die auf den Füllkolben 28 wirkenden Rückwirkkräfte stetig in dem Maße zu, wie das elastische Element 48 verformt wird. Die Bremskraftkennlinie wird flacher.

[0045] Nach Erreichen des maximalen Verformungsgrades des elastischen Elements 48 ist von einer starren Kopplung zwischen Füllkolben 28 und Primärkolben 32 auszugehen, so daß in den Primärkolben 32 entgegen der Betätigungsrichtung eingeleitete Rückwirkkräfte vollständig auf den Füllkolben 28 übertragen werden. In diesem Stadium eines Bremsvorgangs verläuft die Bremskraftkennlinie folglich wesentlich flacher als vor Inanlagegelangen des Füllkolbens 28 mit dem elastischen Übertragungsglied 48. Gleichzeitig gewährleistet das Übertragungsglied 48 einen stetigen, nicht abrupten Übergang zwischen dem steilen und dem flachen Abschnitt der Bremsdruckkennlinie.

[0046] Dieser Sachverhalt ist in Fig. 2 dargestellt. In Fig. 2 bezeichnet das Bezugszeichen 70 die Abszisse, entlang welcher die Betätigungskraft aufgetragen ist, und Bezugszeichen 72 die Ordinate, welche den Bremsdruck wiedergibt. In das Koordinatensystem gemäß Fig. 2 sind drei Kennlinien 74, 76, 78 eingezeichnet, welche den betätigungskraftabhängigen Verlauf des Bremsdrucks für unterschiedliche Hauptzylinder wiedergeben.

[0047] Die Kennlinie 74 ist charakteristisch für einen Hauptzylinder des Standes der Technik, bei welchem kein elastisches Übertragungsglied zwischen Füllkolben und Pri-

märkolben angeordnet ist. Deutlich zu erkennen ist der Knick **20**, welcher das abrupte Inanlagegelangen des Füllkolbens **28** mit dem Primärkolben **32** kennzeichnet.

[0048] Die Kennlinien **76** und **78** hingegen sind typisch für eine erfindungsgemäßen Hauptzylinder **12** mit einem elastischen Übertragungsglied **48**. Deutlich zu erkennen ist, daß die Kennlinien **76** und **78** anstatt eines abrupten Übergangs einen stetigen Übergang zwischen dem steilen und dem flachen Abschnitt der Kennlinie aufweisen. Dieser stetige Übergang zwischen dem steilen und dem flachen Abschnitt der Kennlinie ist auf das Vorhandensein des elastischen Übertragungsglieds **48** zurückzuführen. Der unterschiedliche Verlauf der Kennlinien **76** und **78** hängt damit zusammen, daß unterschiedliche Übertragungsglieder **48** verwendet wurden.

[0049] In **Fig. 3** ist ausschnittsweise ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders **12** dargestellt. Der in **Fig. 3** dargestellte Hauptzylinder **12** stimmt im wesentlichen mit dem Hauptzylinder **12** gemäß **Fig. 1** überein. Abweichend hiervon ist jedoch nicht nur der Füllkolben **28** mit einer stirnseitigen Öffnung **28b** versehen, sondern besitzt auch der Primärkolben **32** auf seiner dem Füllkolben **28** zugewandten Stirnseite **32a** eine sich in axialer Richtung erstreckende Öffnung **32b**. Innerhalb dieser Öffnung **32b** ist das elastische Übertragungsglied **48**, welches wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben ausgestaltet ist, derart angeordnet, daß sich das Übertragungsglied **48** teilweise über die durch die Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** definierte Ebene hinaus in Richtung auf den Füllkolben **28** erstreckt. Der sich über die durch die Stirnfläche **32a** des Primärkolbens **32** definierte Ebene hinaus erstreckende Abschnitt des Übertragungsglieds **48** entspricht der kegelförmigen Oberflächenstruktur **48a** des Übertragungsglieds **48**.

[0050] Wenn das Übertragungsglied **48** nach dem Inanlagegelangen mit dem Grund **28c** der Öffnung **28b** des Füllkolbens **28** mit einer Axialkraft beaufschlagt wird, verformt es sich derart, daß es nach Überschreiten einer definierten Kraft vollständig in die stirnseitige Öffnung **32b** des Primärkolbens **32** eindringt. Die Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** kann folglich in Anlage an den Grund **28c** der Öffnung **28b** des Füllkolbens **28** gelangen, so daß im Anschluß an das Verformen des elastischen Übertragungsglieds **48** eine starre Kopplung zwischen Füllkolben **28** und Primärkolben **32** erfolgt. Die auf das Übertragungsglied **48** maximal einwirkende Axialkraft ist somit begrenzt, um eine Beschädigung des Übertragungsglieds **48** zu verhindern.

[0051] In **Fig. 4** ist ausschnittsweise ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders **12** dargestellt. Der Aufbau des in **Fig. 4** dargestellten Hauptzylinders **12** stimmt im wesentlichen mit dem Aufbau der ersten beiden Ausführungsbeispiele überein. Abweichend hiervon ist jedoch das elastische Übertragungsglied **48** als elastomere Scheibe ausgeführt, welche im Grund **28c** der stirnseitigen Öffnung **28b** des Füllkolbens **28** angeordnet ist.

[0052] Die dem Primärkolben **32** zugewandte Oberfläche **48a** des Übertragungsglieds **48** ist planar ausgestaltet. Die dieser Oberfläche **48a** des Übertragungsglieds **48** zugewandte Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** hingegen ist in Gestalt einer sich in Richtung auf das Übertragungsglied **48** erstreckenden Erhebung dreidimensional strukturiert. Obwohl die Stirnseite **32a** grundsätzlich auch planar ausgeführt werden könnte, gestattet ein dreidimensionales Strukturieren der Stirnseite **32a** wie eingangs erwähnt eine gezielte Beeinflussung der Bremsdruckkennlinie zu Beginn eines Bremsvorgangs.

[0053] Ein auf dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** aufbauendes viertes Ausführungsbeispiel ist in **Fig. 5**

dargestellt. Bei dem in **Fig. 5** dargestellten, vierten Ausführungsbeispiel ist das Übertragungsglied in Gestalt eines ersten, elastischen Übertragungselements **48** und eines zweiten, starren Übertragungselements **48'** zweiteilig ausgestaltet. Das elastische Übertragungselement **48** ist eine elastomere Scheibe und weist eine dem starren Übertragungselement **48'** zugewandte, planare Oberfläche **48a** auf.

[0054] Das starre Übertragungselement **48'** ist ebenfalls scheibenförmig ausgestaltet und in der Öffnung **28a** des Füllkolbens **28** geführt. Eine dem elastischen Übertragungselement **48** zugewandte Oberfläche **48'a** des starren Übertragungselements **48'** ist dreidimensional strukturiert und weist eine sich in Richtung auf das elastische Übertragungselement **48** erstreckende Erhebung auf. Anstatt wie beim vorhergehenden Ausführungsbeispiel die dem Füllkolben **28** zugewandte Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** dreidimensional zu strukturieren, ist beim vierten Ausführungsbeispiel also die dem Füllkolben **28** zugewandte Oberfläche **48'a** eines separaten, starren Übertragungselements **48'** dreidimensional strukturiert. Das Vorsehen eines separaten, starren Übertragungselements **48'** mit einer dreidimensional strukturierten Oberfläche **48'a** gestattet es, unter Beibehaltung des üblichen Montagevorgangs verschiedene Kennliniencharakteristiken durch Wechsel des starren Übertragungselements **48'** zu realisieren.

[0055] In **Fig. 6** ist ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hauptzylinders **12** dargestellt, welches ebenfalls auf dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** aufbaut. Wie **Fig. 6** zu entnehmen ist, weist die dem Füllkolben **28** zugewandte Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** eine dreidimensionale Strukturierung in Gestalt einer ringförmigen Vertiefung auf. Nach Überschreiten einer definierten Anpreßkraft kann das aus einem elastomeren Material bestehende Übertragungsglied **48** in diese ringförmige Vertiefung "hineinfließen". Durch das Vorsehen dieser Ausweichmöglichkeit für das Übertragungsglied **48** kann wiederum Einfluß auf die Charakteristik der Bremskraftkennlinie zu Beginn eines Bremsvorgangs genommen werden.

[0056] Ein sechstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hauptzylinders ist in **Fig. 7** dargestellt. Das elastische Übertragungsglied weist wie beim vierten Ausführungsbeispiel einen zweiteiligen Aufbau auf. Gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel umfaßt das Übertragungselement eine elastisches Federelement **48** sowie ein starres Kontaktelement **48'**. Sowohl das Federelement **48** als auch das Kontaktelement **48'** sind innerhalb einer stirnseitigen Öffnung **32b** des Primärkolbens **32** angeordnet. Das Kontaktelement **48'** weist eine im wesentliche zylindrische Gestalt auf und besitzt an seinem dem Füllkolben **28** abgewandten Ende einen Ringbund, welcher einen Anschlag **32d** hintergreift, der an einem dem Füllkolben **28** zugewandten Ende der Öffnung **32b** des Primärkolbens **32** angeordnet ist. Das Federelement **48** stützt sich mit einem Ende im Grund **32c** der Öffnung **32b** des Primärkolbens **32** ab und spannt das Kontaktelement **48'** entgegen der Betätigungsrichtung gegen den Anschlag **32d** vor.

[0057] Wie beim zweiten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** weist das Übertragungsglied in Gestalt des Kontaktelements **48'** einen gewissen Überstand über die durch die Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** definierte Ebene auf. Mit anderen Worten: Ein Teil des Kontaktelements **48'** erstreckt sich über die durch die Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** definierte Ebene hinaus in Richtung auf den Füllkolben **28**.

[0058] Sobald bei einer Verschiebung des Füllkolbens **28** in Richtung auf den Primärkolben **32** das Kontaktelement **48'** in Anlage mit dem Grund **28c** der Öffnung **28b** des Füllkolbens **28** gelangt, wird das Kontaktelement **48'** gegen die

Rückwirkkraft des Federelements **48** so lange in Betätigungsrichtung verschoben, bis die Stirnseite **32a** des Primärkolbens **32** in Anlage an den Grund **28c** der Öffnung **28b** des Füllkolbens **28** gelangt, d. h. bis eine starre Kopplung zwischen dem Füllkolben **28** und dem Primärkolben **32** hergestellt ist.

[0059] Ein siebtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hauptzylinders ist in **Fig. 8** dargestellt. Das siebte Ausführungsbeispiel ist im wesentlichen eine spiegelbildliche Abwandlung des sechsten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 7**. Das Federelement **48** und das Kontaktelement **48'** sind beim siebten Ausführungsbeispiel in einer Öffnung **28e** angeordnet, welche sich vom Grund **28c** der Öffnung **28b** des Füllkolbens **28** in axialer Richtung entgegen der Betätigungsrichtung erstreckt. An ihrem dem Grund **28c** zugewandten Ende der Öffnung **28e** ist ein Anschlag **28d** für den Ringbund des Kontaktelements **48'** vorgesehen. Das Kontaktelement **48'** erstreckt sich über die durch den Grund **28c** definierte Ebene hinaus in Richtung auf den Primärkolben **32**. Die Funktionsweise des Hauptzylinders **12** gemäß **Fig. 8** stimmt mit der Funktionsweise des Hauptzylinders **12** gemäß **Fig. 7** überein.

#### Patentansprüche

1. Hauptzylinder (**12**) für eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage, mit
  - einem Gehäuse (**14**), welches eine Füllkammer (**16**) und eine Primärdruckkammer (**18**) begrenzt;
  - einem verschieblich innerhalb der Füllkammer (**16**) angeordneten Füllkolben (**28**);
  - einem verschieblich innerhalb der Primärdruckkammer (**18**) angeordneten Primärkolben (**32**); und
  - einer Pumpe (**52**), die in einer mit der Füllkammer (**16**) verbundenen Leitung (**50**) angeordnet ist,
 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Füllkolben (**28**) und dem Primärkolben (**32**) mindestens ein elastisches Übertragungsglied (**48, 48'**) angeordnet ist.
2. Hauptzylinder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Füllkolben (**28**) und dem Primärkolben (**32**) zusätzlich eine Leerweg (**s**) angeordnet ist.
3. Hauptzylinder nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsglied (**48, 48'**) auf einer dem Primärkolben (**32**) zugewandten Stirnseite (**28a**) des Füllkolbens (**28**) und/oder auf einer dem Füllkolben (**28**) zugewandten Stirnseite (**32a**) des Primärkolbens (**32**) angeordnet ist.
4. Hauptzylinder nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einer dem Primärkolben (**32**) zugewandten Stirnseite (**28a**) des Füllkolbens (**28**) und/oder in einer dem Füllkolben (**28**) zugewandten Stirnseite (**32a**) des Primärkolbens (**32**) eine sich in axialer Richtung erstreckende Öffnung (**28b, 32b**) angeordnet ist.
5. Hauptzylinder nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsglied (**48, 48'**) vollständig oder teilweise innerhalb der stirnseitigen Öffnung (**28b, 32b**) angeordnet ist.
6. Hauptzylinder nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein dem Füllkolben (**28**) zugewandter Abschnitt des Primärkolbens (**32**) in der stirnseitigen Öffnung (**28b**) des Füllkolbens (**28**) geführt ist.
7. Hauptzylinder nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Übertragungsglied (**48, 48'**) ein erstes Übertragungs-

element (**48**) aus einem elastischen Material umfaßt. 8. Hauptzylinder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Übertragungselement (**48**) scheibenförmig ausgestaltet ist.

9. Hauptzylinder nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Übertragungselement (**48**) eine dem Füllkolben (**28**) zugewandte erste Oberfläche (**48a**) und eine gegenüberliegende, dem Primärkolben (**32**) zugewandte zweite Oberfläche aufweist und wenigstens eine der beiden Oberflächen (**48a**) dreidimensional strukturiert ist.

10. Hauptzylinder nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine dem ersten Übertragungselement (**48**) zugewandte Oberfläche (**32a**) des Primärkolbens (**32**) und/oder eine dem ersten Übertragungselement (**48**) zugewandte Oberfläche (**28a, 28c**) des Füllkolbens (**28**) dreidimensional strukturiert ist.

11. Hauptzylinder nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsglied (**48, 48'**) ein zweites Übertragungselement (**48'**) aus einem starren Material umfaßt und eine dem ersten Übertragungselement (**48**) zugewandte Oberfläche (**48'a**) des zweiten Übertragungselements (**48**) dreidimensional strukturiert ist.

12. Hauptzylinder nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Übertragungsglied (**48, 48'**) ein Federelement (**48**) umfaßt.

13. Hauptzylinder nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Übertragungsglied (**48, 48'**) weiterhin ein starres Kontaktelement (**48'**) umfaßt, welches vom Federelement (**48**) in Richtung auf den Füllkolben (**28**) oder den Primärkolben (**32**) vorgespannt ist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

